



Сојуз на рударски и геолошки инженери
на Република Македонија

трето стручно советување
со меѓународно учество
ПОДЕКС '09

04 - 05.12.2009 година
Македонска Каменица

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ

ТЕХНОЛОГИЈА
НА ПОДЗЕМНА
ЕКСПЛОАТАЦИЈА
НА МИНЕРАЛНИ
СУРОВИНИ



Организатор



Сојуз на рударските и геолошките инженери
на Република Македонија

Коорганизатори и спонзори

Рудник САСА ДООЕЛ, Македонска Каменица
INDO MINERALS AND METALS, Рудник ЗЛЕТОВО - Пробиштип
Факултет за природни и технички науки, Универзитет *Гоце Делчев* - Штип
Министерство за образование и наука
Министерство за економија
FHL Мермерен Комбинат - Прилеп
LARIN MRAMOR - Скопје

Организационен одбор

претседател:

Филип Петровски
Рудник САСА ДООЕЛ, Македонска Каменица

потпретседатели

Мише Кацарски
ИММ Рудник ЗЛЕТОВО, Пробиштип
проф. д-р Зоран Десподов
Институт за рударство, Факултет за природни и технички науки, Универзитет *Гоце Делчев* - Штип
проф. д-р Ристо Дамбов
Институт за рударство, Факултет за природни и технички науки, Универзитет *Гоце Делчев* - Штип

извршен секретар

Љупчо Трајковски
државен рударски инспектор,
Сојуз на рударските и геолошките инженери на Република Македонија - Скопје

членови

доц. д-р Дејан Мираковски
Институт за рударство, Факултет за природни и технички науки, Универзитет *Гоце Делчев* - Штип
асс. м-р Стојанче Мијалковски
Институт за рударство, Факултет за природни и технички науки, Универзитет *Гоце Делчев* - Штип
Драган Насевски
Сојуз на рударските и геолошките инженери на Република Македонија - Скопје
Борче Гоцевски
Рудник САСА ДООЕЛ, Македонска Каменица
Митко Костовски
ИММ Рудник ТОРАНИЦА, Крива Паланка
Зоран Костовски
МАРМО БЈАНКО, Прилеп

Трето стручно советување со меѓународно учество ПОДЕКС'09

ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ

Зборник на трудови

Издавач

Сојуз на рударските и геолошките инженери на Република Македонија

За издавачот

Љупчо Трајковски, дипл. руд. инж.

Главен и одговорен уредник

проф. д-р Зоран Десподов

Техничка подготовка

асс. м-р Стојанче Мијалковски

асс. м-р Николинка Донева

асс. м-р Марија Хаџи-Николова

асс. Радмила Каранакова - Стефановска

Никола Механџиски, дипл. руд. инж.

Драги Пелтечки, дипл. руд. инж.

Горан Поп-Андонов, дипл. руд. инж.

Дизајн и подготовка на корица:

Дејан Д. Николовски

Печатница:

РИ-Графика, Скопје

Тираж:

100 примероци

Македонска Каменица, 4 ноември 2009 година



СРГИМ
Сојуз на рударски и
геолошки инженери
на Р. Македонија

III^{TO} СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:
Технологија на подземна експлоатација на минерални сировини

ПОДЕКС '09

Македонска Каменица
04 - 05 12. 2009 год.

СТРАТЕШКА КОНТРОЛА И ПЛАНИРАЊЕ НА РУДНИЧКИТЕ ВЕНТИЛАЦИОНИ СИСТЕМИ

STRATEGIC CONTROL AND PLANING OF VENTILATION SYSTEMS IN MINES

Дејан Мираковски, Стојанче Мијалковски - Институт за рударство, ФПТН, УГД –
Штип,
Горан Поп-Андонов – Штип,
Никола Механџиски - Нов Дојран

Апстракт

На оперативно ниво вентилационите системи, иако есенцијални се третираат како помошни и често се делумно или целосно занемарени. Како последица на ваквиот пристап, не само што значително се намалува ефикасноста и економичноста на работењето, туку се загрозува безбедноста на пресоналот и опремата. Имено, во голем број несреќи, кој вклучуваат значителна материјална штета, застои во производството, сериозни или фатални повреди на инволвиралиот персонал, индиректна или директна причина се токму несоодветно дизајнираните, имплементирани и одржувани вентилациони системи. Тргувајќи од погоре изнесеното, а со цел надминување на овие состојби низ зголемување на знаењето на техничките раководители од оваа сфера, овој труд дава синтезен приказ на основните параметри, методи и средства за проектирање, имплементација и контрола на вентилационите системи кај подземните копови на металични минерални сировини (ММС). Дополнително, накратко се елаборирани и најновите технолошки достигнувања расположливи за комерцијална примена во оваа сфера.

Клучни зборови: вентилациони системи, техногени штетности, оперативни параметри, проектирање, имплементација и контрола.

1. Вовед

Неспорен е фактот дека ефикасна и економична експлоатација е возможна само со обезбедување на соодветни (во целост според законските прописи) работни услови за персоналот. Покрај тоа што важноста на вентилацијата во остварување на соодветните работни услови кај подземните копови е општо прифатен постулат, а оперативните параметри се во голем дел стандардизирани и законски пропишани, на оперативно ниво вентилационите

системи, иако есенцијални се третираат како помошни и често се делумно или целосно занемарени.

Како последица на ваквиот пристап, не само што значително се намалува ефикасноста и економичноста на работењето, туку се загрозува безбедноста на пресоналот и опремата. Имено, во голем број несреќи, кој вклучуваат значителна материјална штета, застои во производството, сериозни или фатални повреди на инволвиралиот персонал, индиректна или директна причина се токму несоодветно дизајнираните, имплементираниите и одржувани вентилациони системи.

Тргувајќи од погоре изнесеното, а со цел надминување на овие состојби низ зголемување на знаењето на техничките раководители од оваа сфера, овој труд дава синтезен приказ на основните параметри, методи и средства за проектирање, имплементација и контрола на вентилационите системи кај подземните копови на метални минерални сировини (ММС). Дополнително, накратко се елаборирани и најновите технолошки достигнувања расположливи за комерцијална примена во оваа сфера.

2. Најчести техногени штетности – карактеристики, извори и начини на детекција

Целосното познавање на очекуваните штетности, нивните карактеристики, извори и начини на контрола е основа за правилно дизајнирање, имплементација и контрола на вентилационите системи на оперативно ниво. Поради тоа во продолжение ќе бидат елаборирани основните карактеристики на техногените штетности од значење за подземните копови на метални минерални сировини (ММС).

2.1. Минерална прашина и лебдечки честички

Општо е познато дека прашината и лебдечките честички од дизел машините, директно се поврзани со појавата на тешки респираторни забалувања (пнеумокоиниози, канцерогени заболувања), иритација на кожата /слузокожата и сл.

Главни извори на овие честички се механичките операции во карпестиот масив (минералната прашина) и дизел моторите (DPM) кои ги погонуваат машините. Максимално дозволените концентрации (MDK) според позитивните национални прописи (MS ZBO 001) се дефинирани на основ на содржината на слободен SiO_2 во работната средина (карпестиот масив), а според следниов математички израз;

Табела 1.

МДК за Минерална прашина	$\text{MKD} = \frac{10}{\% \text{SiO}_2 + 2} = [\text{mg/m}^3] \text{ за респирабилна (1 до } 10\mu\text{m)}$
	$\text{MKD} = \frac{30}{\% \text{SiO}_2 + 2} = [\text{mg/m}^3] \text{ за вкупна (10 до } 70\mu\text{m)}$

Максимално дозволените концентрации на DPM - лебдечки честички, не се регулирани со позитивните национални прописи (*Правилникот за примена на дизел опрема во подземните рударски простории во неметански јами*) иако

во интернационалната пракса се строго регулирани, поради што и се вклучени во разгледување во овој труд. Во продолжение дадени се вредностите на МДК дефинирани од Националната администрација за безбедност и заштита во рударството на САД (MSHA):

Табела 2.

МДК за DPM	160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
------------	------------------------------

2.2. Гасови

Освен гасовите кои вообичаено се среќаваат во атмосферата, рудничкиот воздух содржи и други гасови кои се јавуваат и/или концентрираат како резултат на редовните операции, пожари и експлозии, или потекнуваат од карпестиот масив во кој се одвиваат операциите.

Основните карактеристики на тие гасови се сумирани во табелата дадена во продолжение;

Табела 3.

Основни карактеристики			Извори	МДК	Опис
Име	*	**			
Јаглерод диоксид	CO ₂	1.53	оксидација, минирање, дизел мотори, пожари		Не отровен, не запалив, не го подржува дишењето. Над 3% не се дише.
Јаглерод моноксид	CO	0.97	минирање, дизел мотори, пожари	< 50 ppm	Многу отровен, без боја и мирис.
Азотни оксиди	NO	1.04	минирање, дизел мотори, заварување	<3 ppm	Отровни и иритирачки, кисел вкус и мирис.
	NO ₂	1.6			
Сулфор Водород	SO ₂	1.2	устоена вода, воздух	< 10 ppm	Многу отровен гас, мирис на расипани јајца, силно ги иритира дишните органи.
Алдехиди	HCHO.	1.04	дизел мотори		Непријатен мирис, иритираат на очите и слузокожата, канцерогени.
Амониум	NH ₃	0.6	Минирање		Силен мирис, иритирачки за кожата, дишните патишта.
Ацетилен	C ₂ H ₂	0.93	заварување		
Кислород	O ₂	1.1	Нормален воздух	>19 %	Го подржува животот, неопходен во атм.
Водород	H ₂	0.07	Полнење на батерии		Неотровен, многу експлозивен и запалив (4-74%).

* Символ, ** Специфична тежина во однос на воздухот

Детекцијата и мерењето на споменатите гасови се врши исклучиво согласно пропишаните методи за детекција и мерење, кои вклучуваат хемиски реакции и колориметрија (цевкички), спектрофотометрија, флуоресцентни и инфрацрвени сензори и сл. На пазарот постојат голем број комерцијално расположливи системи/инструменти за мерење и детекција на еден или повеќе гасови симултано (Drager, MSA Auer, RAE ...), вообичаено опремени со дата логери и софтвер за обработка на податоците.

На основа на очекуваните/детектираните штетности се одредуваат потребните количини на воздух за проветрување на работилиштата согласно изразите и пресметковните методи препорачани во правилниците или литературата

(поради просторот овие изрази не се вклучени во овој текст, а основните оперативни параметри ќе бидат елаборирани во продолжение).

3. Оперативни параметри на вентилационите системи во подземните рудници на ММС

Иако е тешко да се споредат количините на воздух за различните рударски операции, поради големиот број специфики кои секој рудник го прават уникатен, генералните оперативни параметри на слични операции представуваат добра основа за дизајнирање и процена на вентилационите системи.

На база на обемни истражувања MVS (Mine Ventilation Systems[®], Fresno, California, USA), кои опфатиле повеќе од 170 подземни рудници ширум светот, евалуирани се количините на воздух во однос на дневното производство на руда и во однос на вкупната ангажирана дизел моќност. Сите рудници вклучени во истражувањето се рудници на ММС, групирани според големината (мали, средни и големи) и според методите на експлоатација.

Просечните оперативни параметри за соодветните групи рудници сумирани се во табелата во продолжение:

Табела 4.

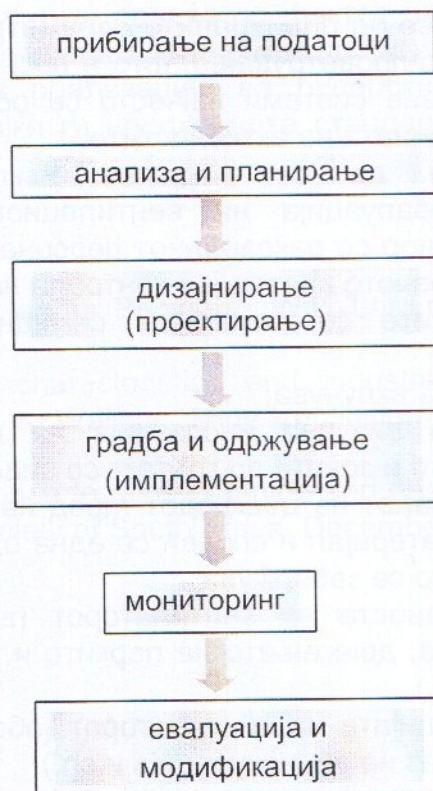
Категорија	Рудници со масивни рудни тела	Рудници со жични лежишта
Метод на експлоатација	Методи на зарушување	Методи со заполнување
Бр. на опфатени рудници	17	14
Просечно активни блокови	7	10
Просечно подготвителни чела	15	8
Просечно дневно производство [t/d]	1814	1496
Просечна ангажирана дизел моќност [kw]	3191	2231
Просечен проток [m ³ /s]	148	105
Просечен проток по откоп	14	9
Проток/моќност [m ³ /s/kw]	0,0815	0,0701
Проток/производство [m ³ /s/t]	0,0463	0,0470
Просечна моќност на главни вентилатори [kw]	671	558
Просечна моќност на помошни вентилатори [kw]	249	223

Уште еднаш мора да се потенцира дека овие параметри можат да се користат исклучиво за споредба и евалуација на вентилационите системи.

Дефинитивните оперативни параметри се одредуваат со опсежна анализа во согласност со позитивните законски прописи. На пример, најчесто употребуваниот параметар, потребната количина на воздух за разрежување на гасовите согласно препораките дадени во Правилникот за Техничките Нормативи за подземна експлоатација на металните и неметални минерални сировини (Сл. Лист на СФРЈ бр. 25 од 1991 година), изнесува 0,066 m³/s/kW моќност на мотор. При истовремена работа на повеќе машини во ист вентилационен огранок се дозволува редукција на ПКВ за наредните машини и тоа по принципот; 100 % за машината со најголема моќност, 75 % за втората машина по моќност и 50 % за сите останати.

4. Генерален пристап на управување со вентилациониот систем

Во основа процесот на управување со вентилациониот систем се состои од следниве фази;



Вака дефинираниот процес не завршува со имплементација на системот, туку е континуиран и во целост интерактивен со производните процеси се до завршување на експлоатацијата. Исто така, овој систем не смее да биде изолиран од процесот на планирање и раководење на рударските операции, туку негов составен дел.

Процесите на прибирање податоци, анализа и планирање и дизајнирање се во висок степен подржани со соодветни софтверски пакети кои се достапни и во широка примена. Дополнително, овие процеси вообичаено се изведуваат од надворешни консултанти специјализирани за оваа поле поради што истите најчесто не се дел од оперативните задачи на службата за вентилација. Секако, нивното инкорпорирање во службите за вентилација, би допринело за зголемување на квалитетот и оперативна реализација на проектираните параметри.

Далеку поголем проблем представува оперативното постигнување, како одржувањето на зададените параметри. Имено, поради големата динамика и спорото и нецелосното имплементирање на проектираните параметри многу често во праксата доаѓа до значителни нарушувања на функционирањето на вентилационите системи. Најчести причини за тоа се;

- промената на геометријата на воздушните патишта (форма, должина и светол пресек) што резултира со зголемени отпори,
- вклучување на нова опрема и амортизација на постојната (зголемување на концентрацијата на загадувачки супстанции),

- оштетување на вентилационите врати и други уреди (појава на кратки споеви и загуби на воздух),
- амортизација на вентилаторите (промена на нивните фабрички карактеристики).

Проблемите со отстапување од планираните параметри се посебно истакнати кај системите за сепаратно проветрување, што е посебно воочливо од страна на персоналот, бидејќи овие системи најчесто се основни дистрибутери на свежа воздушна струја во зоната на активностите.

Ваквата состојба може да се надмине исклучиво со соодветно пратење/мониторинг и евалуација на вентилациониот систем (мерења, визуелни инспекции, разговор со раководниот персонал). На оперативно ниво, од посебна важност е редовното пратење и контрола на спертните системи за вентилација, бидејќи истите се развиваат секојдневно и во екстремно динамички услови.

Деталната контрола на СВС вклучува;

- редовна и детална визуелна инспекција на цевководот, со посебно внимание на споевите и зоните во контакт со сидовите и подградата,
- проверка на материјалот на цевководот (пред набавка/инсталција) затоа што некавалитетен материјал и споеви се една од најчестите причини за истекување кое тешко се забелжува,
- проверка на исправноста на вентилаторот (визуелна инспекција на перките и осовината, движењето на перките и.т.н.) како и контролните уреди (стартери и сл.),
- коректноста на локацијата на вентилаторот (обструкции во близина на усисното дел, појава на рецикулација и сл.)
- коректност на локацијата на цевководот (растојание од челото и.т.н.)

Секако за реализација на ваквите активности на соодветно ниво, неопходно е рудниците да имаат организирано соодветни служби за вентилација кои ќе бидат кадровски и материјално соодветно екипирани.

Континуираната модификација и унапредување на вентилациониот систем, секако се од не помала важност за нивното ефикасно и економично функционирање. Тоа унапредување се остварува пред сè низ;

- континуирано адаптирање на вентилационите системи согласно актуелните услови (кое би требало да реализира во што пократок временски рок),
- воведување на нови/напредни техники за мониторинг и контрола (автоматски системи за мерење и детекција на параметрите, дистрибуција на податоците и нивна обработка, управување на системот во правец на сигурно одржување на планираните параметри),
- редовно одржување и обновување на опремата и примена на најсовремените технички решенија (вентилатори, цевководи, контролни системи)

Иако овие активности бараат дополнителни ангажмани на персоналот и нови капитални инвестиции, бенефитите од нивното спроведување се значителни (поголема ефикасност, намалување на трошоците....) и вообичаено имаат висока стапка на исплатливост (интерна стапка на враќање на инвестицијата).

5. Заклучок

Од сето погоре изнесено, повеќе од очигледна е неопходноста од целосно остварување на планираните оперативни параметери на вентилационите системи. Тоа е засилено уште повеќе со фактот што само со примената на соодветни мерки на планирање, имплементација и контрола се обезбедува ефикасна и економична реализација на рударските операции во целина, истовремено задоволувајќи ги неопходните стандарди за безбедни и здрави работни услови.

Литература

1. Mine Ventilation Notes for Beginners W.L. Leroux, Mine Ventilation Society, South Africa, 1999.
2. General operation characteristics and industry practices of metal mine ventilation systems, K. Wallace, Mine Ventilation Services, Fresno California, USA, 2004.
3. An integrated approach to mine planning and design, G.A. Fourie, Journal of Mine Ventilation Society of South Africa, December 2004.